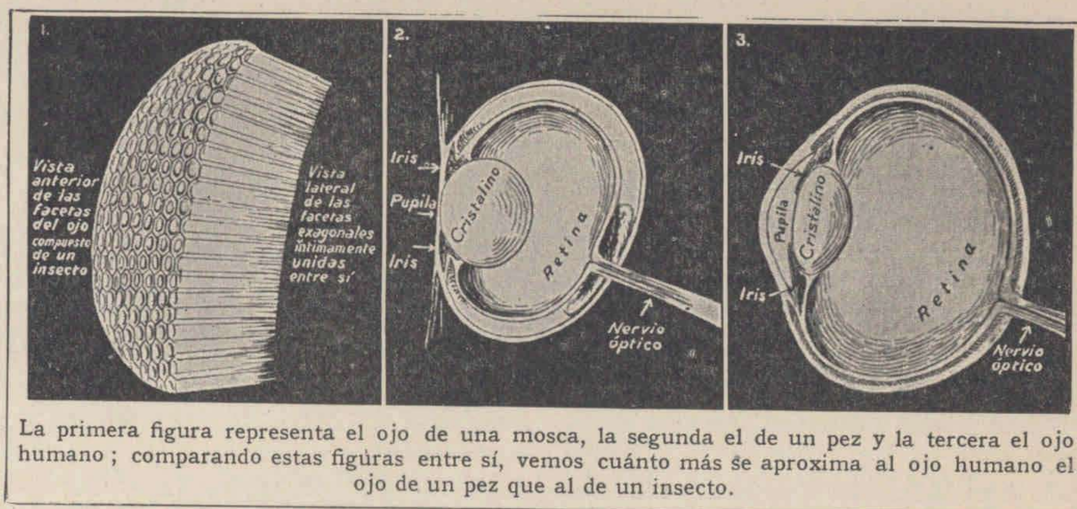


La primera figura representa el ojo de una mosca, la segunda el de un pez y la tercera el ojo humano; comparando estas figuras entre sí, vemos cuánto más se aproxima al ojo humano el ojo de un pez que al de un insecto.

LA HISTORIA DEL OJO

El sentido que vamos a estudiar es el de la vista, cuyo órgano, como sabe todo el mundo, es el ojo. Este sentido es el más importante y maravilloso de todos por muchos conceptos. Lo es desde luego para los fines de la vida práctica; porque es más necesario ver que oir o gustar u oler. Ser ciego es una desgracia mayor que ser sordo. Los progresos que los seres vivientes han realizado en el transcurso de las edades, han dependido, en gran parte, del desarrollo de la visión, y hemos visto ya que la región cerebral de este sentido es tanto mayor cuanto más elevado es el animal en que se considere. En la especie humana es mucho mayor que en otra especie animal cualquiera.

La visión es también de la más alta importancia para ponernos en relación con el mundo en que vivimos, así como para atender en él a nuestras necesidades. Si no viéramos, poco sabríamos de la tierra que habitamos y tan sólo conoceríamos al sol por el calor radiante que nos envía; y todos los restantes cuerpos celestes nos serían enteramente desconocidos, desde nuestra diminuta luna, hasta los millones y millones de estrellas. De la vista depende, pues, nuestro conocimiento del mundo existente más allá de nosotros, y por este hecho nuestros ojos son dignos de especial respeto. A diferencia de los otros sentidos, los ojos nos ponen en comunicación directa con lo infinito y lo sublime. Un hombre de los más grandes que han existido, Manuel Kant, decía que había dos cosas que le llenaban de espanto: el sentimiento de duda dentro de la mente de los hombres y los cielos estrellados encima de nosotros. Empecemos, pues, por estudiar cómo, en el transcurso de los tiempos, los seres vivientes han ido desarrollando los ojos por los que nos es dable contemplar el cielo estrellado.

La historia del ojo es en extremo interesante. Hace muy pocos años, hubiéramos empezado tal historia por la del ojo de los animales, y a nadie se le hubiese ocurrido que se tuviese que decir algo de los ojos o la vista de las plantas; pero recientemente se ha descubierto que la vista, en cierto modo, no es exclusiva del mundo animal. Los ojos tienen una antigüedad mayor que los vertebrados, y los más antiguos pertenecen a las plantas. Si, pues, hemos de comprender la estructura de nuestros ojos, debemos empezar por estudiar la de órganos mucho más antiguos y sencillos que ellos y que todo órgano de nuestro cuerpo.

Los ojos de las plantas son muy sencillos. Las partes verdes de una planta, y principalmente las hojas, están destinadas a recibir y aprovechar la luz que sobre ellas cae. Luego en las hojas de las plantas es donde encontramos sus

ojos. Experimentos sencillos, hoy día hasta la saciedad repetidos con plantas de muy diferentes clases, demuestran que de un modo u otro la hoja es sensible a la luz.

Por ejemplo, si la dirección de la luz cambia, la hoja no tarda a su vez también en mudar de orientación, hasta que la luz cae de lleno sobre su superficie; y hay hojas que hacen este cambio tantas veces como cambia la dirección de la luz. Quizá nos formemos una idea equivocada de la cuestión, si nos imaginamos que la hoja ve la luz; pues aunque en el fondo es así, esta clase de visión es muy sencilla, es a lo sumo comparable a la primera visión del niño recién nacido.

LOS DIMINUTOS OJOS POR LOS QUE UNA HOJA PUEDE VER

Después de haberse demostrado plenamente que las hojas, de un modo u otro, pueden ver, lo primero que importa es investigar si la hoja ve en un todo o si tiene una parte especial para ver, partes que, en cierto modo, podrían llamarse ojos. Si examináramos cuidadosamente la superficie de las hojas, veríamos que en algunas partes se ha desarrollado una especie de ojo, es decir, que ciertas células que constituyen la superficie tienen una forma especial; veríamos que la parte exterior de tales células está encorvada de igual manera que la parte anterior de nuestros ojos. A consecuencia de esta estructura, la luz que cae sobre tales células, se enfoca, como suele decirse, y va hasta el fondo de la célula, de igual manera que una lente de cristal enfoca los rayos del sol y produce una mancha brillante en un pedazo de papel. Si la hoja forma ángulo recto con la luz, el foco luminoso se formará precisamente en el centro del fondo de la célula.

QUÉ SUCEDE, CUANDO UNA HOJA NO MIRA DIRECTAMENTE A LA LUZ

Este hecho corresponde a lo que sucede en nuestros ojos cuando miramos directamente un objeto, y la imagen del mismo se forma exactamente en aquel punto de la retina en el que vemos mejor, y del que prontamente nos ocuparemos. Pero cuando la hoja no da cara a la luz, no mira directamente a ella, como podríamos decir, el circuito brillante, que debería caer en el centro del fondo de las células, se forma en un lado y aun podría suceder que no se formara en el fondo sino en la pared de la célula; y la vida de ésta no tarda en resentirse del cambio.

No hay que decir que estos descubrimientos han excitado en gran manera el interés de los sabios que se dedican a estas cuestiones; y, si bien en un principio se suscitaron algunas dudas, todas ellas se han desvanecido en la actualidad. En primer lugar, fué necesario demostrar que la superficie curva de la célula obraba, en realidad, como verdadera lente.

Tal demostración puede hacerse de dos maneras: o bien la superficie de la célula puede ser raspada, por decirlo así, hasta que quede lisa, o bien puede extenderse sobre dicha superficie un poco de agua y cubrirla después con una delgada lámina de cristal, de manera que el agua llene los huecos que existan entre las células y la hoja quede lisa, en vez de estar cubierta de centenares de ojuelos abiertos.

Cuando se hicieron estos experimentos, se vió que la planta dejaba de obedecer a la luz; la hoja no se volvía ya para recibirla en la dirección normal; en una palabra, la planta no conocía ya de dónde venía la luz. Su vista había sido destruída, como lo sería la nuestra, si algo semejante se hiciera con nuestros ojos.

FOTOGRAFÍAS QUE PUEDEN OBTENERSE CON LOS OJOS DE UNA HOJA

Más recientemente se ha demostrado de otro modo el poder de estos minúsculos ojos. Si estas células, con sus superficies curvas, obran como verdaderas lentes, con cuidado y habilidad será posible obtener con ellas fotografías; esto es, hacer que estas células obren como las lentes de centenares de diminutas cámaras fotográficas. Este experimento se ha hecho y se han obtenido excelentes fotografías; tan bue-

nas que la persona fotografiada podía reconocerse cuando la imagen fotográfica obtenida era convenientemente ampliada o proyectada sobre una pantalla.

Este asunto es completamente nuevo y aun estamos en los comienzos de su estudio. Sin embargo, se ha abierto un nuevo capítulo en la ciencia de la vida maravillosa de las plantas. Aquí nos bastará decir que las plantas, que viven por la luz del sol, y de cuyas vidas dependen las nuestras, tienen ojos que utilizan para su vida y, en último término, para la nuestra. Estas cuestiones son del mayor interés, porque la vida animal depende de la vida de las plantas. Y ahora podemos entrar en el estudio del ojo en el reino animal.

En las más rudimentarias formas de la vida animal hallamos cierta correspondencia con la luz, puesto que vemos que unas especies de animales más sencillos se dirigen siempre de la luz a la sombra, y otras especies de la sombra a la luz. La organización de estos seres es tan sencilla que es inútil buscar en ella el menor indicio de ojos.

CÓMO EL PRIMER INDICIO DE OJO SE ENCUENTRA EN LA PIEL

Probablemente el primer indicio de ojo se encuentra en ciertas especies de animales inferiores, que presentan determinadas regiones de la piel sensibles a la luz. Observamos en tales casos que el color del animal cambia, según sea el tiempo, o según el animal permanezca en la luz o en la obscuridad; y, cuando examinamos dicha piel al microscopio, vemos que hay en ella gran número de células repletas de materia colorante.

Esta materia colorante se llama *pigmento*, palabra derivada del latín, que significa tinte. Estas células pigmentarias son sensibles a la luz. Cuando la luz cae en ellas, todo el pigmento se acumula rápidamente en el cuerpo celular; pero, fuera de la acción de la luz, el pigmento se difunde en todas direcciones, desde el centro de la célula, y de este modo se disipa.

Esto explica por qué cambia el color del animal, y nos dice por qué y cómo el animal es capaz de conocer el estado de la luz y de obrar según éste sea. En el estudio de la historia del ojo se ha dado siempre gran importancia a tales células pigmentarias; pero ahora se han descubierto los maravillosos ojos de las hojas, provistas de lentes tan perfectas que permiten obtener fotografías, las células pigmentarias que parecen ser el punto de partida del ojo animal, resultan ser cosa trivial comparadas con los ojos de las plantas.

CÉLULAS DE LA PIEL SOBRE LAS QUE OBRA LA LUZ

No conocemos con exactitud la acción de la luz en las células pigmentarias, pero podemos asegurar que es una acción química. Todo el que ha trabajado algo en fotografía sabe que la luz ejerce una acción química; como, por ejemplo, en las sales extendidas sobre una placa fotográfica. Toda mujer que ha visto disminuir el color de las cortinas o ha puesto ropa a secarse al sol, sabe que la luz produce efectos químicos. Su acción sobre las células pigmentarias es también química; y cuando estudiamos lo que ocurre en nuestros ojos, cuando la luz hiere la retina, vemos que lo que ocurre es muy parecido a lo que pasa cuando la luz descolora una cortina o una prenda de vestir.

Lo que ocurre después en la historia del ojo es que las células de pigmento, que estaban primitivamente esparcidas por toda la superficie del cuerpo, se acumulan en determinadas regiones. Estas células no están propiamente en la superficie de la piel, sino debajo de la epidermis; y la segunda fase del desenvolvimiento del órgano de la visión es que el lugar en que se acumulan las células pigmentarias, la epidermis, se pone más espesa, se comba un poco. Este hecho es muy importante, porque, si se forma un abombamiento, esto es, una superficie curva, que la luz ha de atravesar, para llegar hasta las células pigmentarias, tendremos una lente de las llamadas *convexas*, y como sabemos ya, por el caso de los cristales de aumento, o de las lentes de las hojas, el resultado es que la luz se enfoca.

LA FORMA MÁS SENCILLA DE OJO Y EL OJO MARAVILLOSO DE UNA MOSCA

Con lo que llevamos dicho ya, podemos asegurar que las células de pigmento están en conexión con el cerebro, como todas las regiones del cuerpo, por medio de nervios. Con esto hemos llegado ya al caso en que existe una lente para enfocar la luz, células sensitivas sobre las que la luz ejerce determinada acción química, y nervios que transmiten al cerebro las impresiones de la referida acción, el cual ve. Aquí existe, pues, una especie de ojo completo desde la superficie hasta el centro.

Todos los ojos de los animales invertebrados deben considerarse como simples perfeccionamientos de este tipo. El ojo de tales seres se desarrolla siempre en la piel de cada individuo, del mismo modo que acabamos de ver en la historia de estas formas animales. Pronto vamos a ver que los ojos de los vertebrados son de un tipo muy superior; pero no hemos de considerar que todos los ojos sean inferiores a los de cualquier vertebrado, porque los ojos de algunos insectos son en realidad de una penetración extraordinaria. La libélula o el caballito del diablo es, en este concepto, el insecto más admirable. Sus ojos son en extremo grandes y poderosos. En este caso particular, a diferencia de lo que en otros muchos ocurre, el cristalino, en vez de estar formado por una sola superficie curva, es como un diamante que presenta multitud de facetas, cada una de las cuales es a su vez una verdadera lente. El número de facetas que presenta el ojo del caballito del diablo se ha visto que asciende a ¡17.000!

CÓMO EL CABALLITO DEL DIABLO SE DIVIERTE BURLÁNDOSE DE LOS HOMBRES

Pocas cosas son tan admirables como la habilidad y seguridad con que la libélula sigue y caza al vuelo cualquier insecto. Uno de los primeros peritos en la materia, el profesor Forel, sabio que ha hecho famosa a Suiza, escribe lo siguiente: « Procurando cazarlas a orillas de un gran pantano, podemos convencernos de que el caballito del diablo se divierte burlándose del cazador. El animal permite que se le acerque hasta casi cogerla ».

« Entonces puede verse con qué exactitud mide el insecto la distancia y escapa de su enemigo. Es un hecho indiscutible que el referido insecto huye siempre a la distancia precisa a que no es posible cogerlo, a no ser que sea en tiempo frío o de noche, y distingue perfectamente asimismo si su perseguidor va armado de una red o no lleva nada en las manos. Puede decirse que miden la longitud del mango de la red, por lo que el ir provisto de una red de mango largo no resulta ventajoso. El insecto vuela a la distancia justamente precisa para ponerse fuera del alcance del instrumento, por más que el cazador se esfuerce en ocultárselo y sacarlo de repente ».

No debemos suponer que todos los insectos tengan buenos ojos; por el contrario se encuentran todas las gradaciones entre la libélula, en un extremo, y los insectos completamente ciegos, que habitan en las cavernas, o ciertas clases de hormigas obreras, que asimismo viven constantemente debajo de tierra.

LA MOSCA VULGAR QUE HA APRENDIDO A HUIR DE LA LLAMA DE GAS

Muchos insectos presentan la particularidad de volar hacia la luz. Las luces artificiales, como las que nosotros utilizamos, no se conocen en la naturaleza y, el insecto que vuela hacia la lámpara, cree que va hacia la luz del día. Desde nuestro punto de vista, es una desgracia que un gran número de insectos domésticos hayan aprendido en el curso de los años a conocer lo que es la luz artificial. No podemos entrar aquí en la difícil cuestión de saber cómo ha ocurrido semejante cambio en sus hábitos naturales; pero, sea como fuere, no cabe duda que en la actualidad, la mosca vulgar, por ejemplo, no se destruye precipitándose en la llama del gas, y así puede campar por sus respetos en nuestras habitaciones.

Las costumbres de las moscas son en extremo sucias; sus patas están constantemente cargadas de inmundicia.

Son, pues, grandes propagadoras de enfermedades y anualmente mueren muchos niños a causa de haberles envenenado el alimento las moscas. Por este motivo ha sido para nosotros gran desgracia que las moscas hayan aprendido a evitar el peligro de la luz artificial, en la cual sus antepasados hubieran encontrado infaliblemente la muerte.

Hace muchos años, Lord Avebury demostró que las abejas y las avispas podían distinguir los colores; si bien las avispas eran bajo este respecto muy inferiores a las abejas. Éstas distinguen perfectamente todos los colores y rara vez se equivocan, a no ser entre el azul y el verde. La importancia de este hecho es muy grande, pues nos permite comprender como una abeja puede distinguir una flor de otra.

INSECTOS QUE PUEDEN VER LO QUE NO VEN NUESTROS OJOS

Por lo regular, el color de una flor es una especie de bandera desplegada para decir a las abejas y a otros insectos: « venid aquí, tengo algo que os gustará ». De este modo la abeja halla con qué fabricar su miel y la flor es fecundada. Así, pues, gracias al placer que nuestros ojos reciben del bello color de muchas flores, tenemos noticia del hecho de que también las abejas y otros insectos pueden verlas y distinguirlas. Si no hubiese insectos, no existirían tampoco hermosas flores, pues no tendría objeto el que la planta ostentara su vistoso estandarte.

Lord Avebury ha demostrado asimismo que las hormigas pueden ver determinadas clases de luz, para las que nuestros ojos son ciegos, esto es, la luz producida más allá de los rayos violeta, la luz *ultra violeta*.

Hemos de decir aquí que recientemente se ha demostrado que los ojos de las personas varían respecto a esto. Así como los ancianos no oyen sonidos altos de tono, perfectamente perceptibles para los jóvenes, también se da el caso de adolescentes que pueden vislumbrar algo de la luz ultravioleta, como las hormigas de que hemos hablado, luz completamente invisible para la mayoría de todos nosotros. Finalmente, Lord Avebury ha descubierto también que algunas hormigas se reconocen después de un año de separación. No juzguemos, pues, del valor y las facultades de las cosas por su tamaño; y por esta breve noticia de uno de los sentidos de los insectos, vemos cuán acertado es el consejo de aprender de las hormigas a ser laboriosos y prudentes.

Pasemos ahora a los ojos de los vertebrados. Los animales más inferiores de este grupo son los peces, cuyos ojos hemos visto todos. Por maravillosos y finos que sean los ojos de los insectos, los de los vertebrados pertenecen a un tipo mucho más perfecto y admirable. Esta superioridad parece depender, en primer término, de la manera de formarse el ojo en ellos. Hemos visto que el ojo de todos los animales no vertebrados se forma siempre de la piel; en cambio en los vertebrados las partes más importantes del ojo derivan del cerebro y no de la piel.

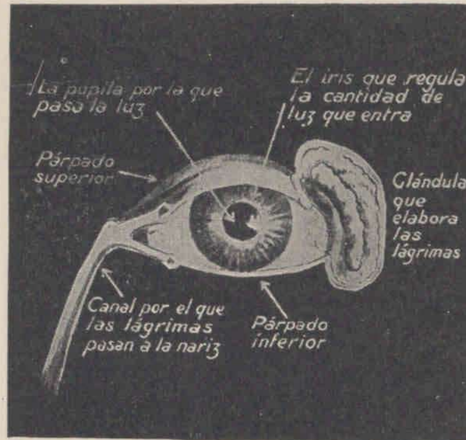
Es verdad que la parte anterior de tales ojos, sin excluir los nuestros, deriva de la piel; pero esto es cierto tan sólo respecto de las partes que la luz ha de atravesar para llegar hasta la retina. Ésta es, en realidad, una porción del cerebro, que ha sido empujada hacia adelante, como si se hubiese desprendido del cerebro una especie de tallo y ramas.

La razón del gran poder de la retina de los vertebrados, muy superior a la de los restantes animales, estriba en que la retina es, en efecto, una verdadera porción del cerebro. La visión es tan importante, que el cerebro no podría confiar el cometido de recibir los rayos luminosos a un órgano derivado de la piel, sino que ha querido encargarse por sí mismo de ello, si cabe la expresión, a fin de que esta operación resulte todo lo bien ejecutada que sea posible.

En líneas generales, el ojo de los vertebrados es siempre el mismo, sea cual fuere la especie animal que se examine. El ojo de un pez es, como puede su-

ponerse, bastante inferior al de un ave o un mamífero; pues el ojo de los peces está destinado a ver en el agua donde a toda clase de ojos le sería imposible ver, si no es a muy cortas distancias; y, no obstante, el ojo de los peces pertenece al mismo tipo que el ojo humano, si bien es mucho más sencillo.

No necesitamos hacer especial mención del ojo de las aves, por más que, como sabemos, la visión en algunos de estos animales es en cierto modo superior a la de todos los demás. Esta superioridad se refiere únicamente a la penetración; por lo que de una persona que tenga la vista muy fina suele decirse que tiene ojos de águila o de lince. Esta agudeza la tiene principalmente el águila y otras especies de animales, sin que por eso deje de ser verdad que otras aves tienen también la vista muy aguda. De otro modo no les sería posible cazar insectos al vuelo, como lo hacen. Al ponderar el ojo y la penetración visual de las aves, no debemos suponer, como suelen hacerlo la mayoría de los autores que se han ocupado de esta materia, que la perspicacia de la vista es el todo.



El ojo izquierdo, mostrando las glándulas donde se elaboran las lágrimas y los conductos por los que son conducidas a la nariz, después de haber lavado el globo del ojo. En el llanto las lágrimas no pueden pasar todas por el referido conducto y por eso se derraman.

Fácilmente comprenderemos cuán equivocado es este criterio, considerando el caso de un marinero, por ejemplo, que tiene también ojos muy agudos y que puede distinguir algún tanto a través de la niebla; pero que, con seguridad, nunca se detendría a mirar el más hermoso cuadro ni el más hermoso paisaje. Por otra parte, un gran artista puede tener en su vejez la vista muy debilitada y ser casi ciego, y, sin embargo, con la escasa vista que le queda puede extasiarse ante una puesta de sol y ver en un cuadro cosas, que la simple agudeza visual, sea en un hombre, sea en un águila, sería por completo incapaz de descubrir. Conviene tener presente este hecho, porque es tan verdadero respecto de la visión, como respecto de los demás sentidos.

La agudeza de un sentido es, en realidad, una prerrogativa muy envidiable; pero una cosa es tener una vista o un oído agudos, y otra tener vista u oído, no muy agudos quizá, pero que pueden ver y oir y apreciar lo que es bello y amable. Si tenemos esto presente, no podremos estar conformes con los que dicen que los ojos de las aves de rapiña, o los de la libélula o el tigre, o los de ciertas razas humanas inferiores, son mejores y más agudos que los del hombre, civilizado; no hay nada de esto.

Y podemos decirlo así, porque sabemos que la agudeza no es la más alta cualidad de un sentido; y la mejor prueba de nuestra afirmación se encuentra en el hecho de que, cuando buscamos la contraprueba en el cerebro, hallamos que el área de la visión es mucho más amplia y desarrollada, no en el insecto, ni en el ave, ni en el hombre de mayor agudeza visual, sino en los cerebros de hombres civilizados, que saben ver y conocer lo que es bello y poético.

EL PÁRPADO QUE LIMPIA EL OJO Y LO MANTIENE HÚMEDO

Ahora podemos pasar al estudio de nuestros propios ojos y ver cómo están hechos. Justo es hacer mención de los párpados, porque existen por causa de los ojos, y éstos no podrían subsistir sin aquéllos. Estamos muy equivocados si creemos que los párpados existen únicamente para detener el paso de la luz, cuando no queremos ver; esta es, en efecto, una de sus funciones; pero si los estirpáramos y pusiéramos en su lugar una especie de pantallas arti-

ficiales, no tardaríamos en advertir que los párpados tenían además otra aplicación que constituye un enorme beneficio para los ojos.

A cada parpadeo,—y a cada pocos segundos verificamos uno aun sin darnos cuenta—el párpado superior lava la superficie anterior del globo del ojo, por medio de una lágrima, que procede de la glándula lagrimal, y se ha ido extendiendo a lo largo de la superficie interna del párpado superior.

La glándula lagrimal está situada encima del globo del ojo, un poco hacia su lado externo. La lágrima, después de lavar y humedecer la porción anterior del globo del ojo, pasa por un orificio pequeño, situado en el extremo interno del párpado inferior, llegando a través del mismo a la nariz en la forma que el grabado indica.

POR QUÉ LLORAMOS CUANDO ESTAMOS AFLIGIDOS O ANGUSTIADOS

La razón de llorar cuando nos ocurre alguna desgracia, parece ser, a primera vista, que la parte del cerebro en conexión con la glándula lagrimal, se encuentra muy próxima en aquella región cerebral que se perturba cuando estamos afligidos. Se ha dicho que si la disposición del cerebro fuese algo diferente de lo que es, en vez de producirse en los referidos estados un exceso de lágrimas, se produciría una superabundancia de saliva.

Esta suposición tan antipoética, es debida a un poeta, y ha sido admitida por varios autores. El que esto escribe cree, sin embargo, que la realidad es mucho más poética que lo que el poeta supuso. La verdadera razón por la cual manifestamos por nuestros ojos, mejor que por medio de otro órgano cualquiera, la intensidad de nuestros sentimientos, es, a lo que parece, que los seres humanos viven para su mutuo auxilio, simpatía o amor. Nos conmueve contemplar la desdicha ajena y así comprendemos, sin duda alguna cuando los demás necesitan nuestro auxilio, nuestra simpatía.

Si la boca de un niño estuviese húmeda únicamente cuando algo afligiera a la criatura, no podríamos hacernos cargo del hecho y, por tanto, no podríamos auxiliarle; pero cuando vemos que se le humedecen los ojos se despierta entonces nuestra simpatía y acudimos inmediatamente en su auxilio. Lloramos, pues, no porque el cerebro esté especialmente organizado para el llanto, sino que el cerebro está organizado así porque el llanto es la manera más útil y conveniente de hacer conocer nuestra aflicción a los demás.

CÓMO EL ROSTRO Y LOS OJOS EXPRESAN NUESTROS SENTIMIENTOS

Al desarrollarse las partes más nobles del cerebro, adquirimos dominio sobre nosotros mismos y lloramos mucho menos que en la infancia; no obstante, es cierto que aun entonces nuestros sentimientos se expresan de modo fácilmente observable por los demás, porque la cara los revela, y cuando estudiamos de un modo general la forma en que nuestros sentimientos se expresan por las distintas partes del rostro, vemos que el llanto corresponde a ciertas maneras de expresión, que estarían discordes con un aumento de la humedad de la boca; de modo que no es una mera casualidad que la aflicción y la tristeza se expresen derramando lágrimas, mejor que por una inusitada producción de saliva o en otra forma cualquiera.

Los párpados están provistos de pestañas que ayudan a defender los ojos contra el polvo. Además de la protección ofrecida por las pestañas deben tenerse en cuenta las cejas, que impiden que el sudor de la frente corra hasta entrar en los ojos. Por fin, hemos de citar la magnífica estructura ósea del cráneo que rodea al ojo procurándole admirable protección.

